

Выполненные подобным образом защиты ЛЭП позволяют повысить надежность электроснабжения потребителей АПК как за счет обеспечения селективности отключения при различных КЗ, так и за счет уменьшения времени воздействия таких повреждений на электрооборудование.

Литература

1. Шабад, М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: Монография / М. А. Шабад. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ПЭИПК, 2003. – 350 с.

2. Романюк Ф. А. Принципы выполнения токовой защиты линий с односторонним питанием от междуфазных коротких замыканий / Ф. А. Романюк, М. А. Шевалдин // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2015. – №1. – с. 5-11.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОНОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Протосовицкий И.В., к.т.н., доцент, Протосовицкий Д.И.,
инженер-исследователь

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, РБ*

В настоящее время существует множество причин возникновения перенапряжений в сетях электроснабжения, которые могут привести к выходу из строя технологически сложного оборудования агропромышленных предприятий и электрооборудования питающих сетей, что требует повышение надежности защиты ввиду их важности и значения.

Для агропромышленного комплекса наиболее сложная система защиты должна создаваться для объектов с воздушным вводом или находящихся на открытой местности и имеющих в своем составе высоко расположенные элементы конструкции в которые с большей вероятностью возможен прямой удар молнии. К таким объектам относятся крупные сельскохозяйственные комплексы, объекты связи с антенно-мачтовыми сооружениями и т.п. При этом высокая стоимость оборудования, подключенного к защищаемой электроустановке, может стать важным критерием для усложнения схемы защиты и наоборот.

Среди систем внутренней молниезащиты для сетей электропитания до 1 кВ на сегодняшний день наиболее рациональной и эффективной является зонавая концепция молниезащиты, описанная в международном стандарте [1, 2].

Однако данная схема включения устройств защиты является общим случаем и недостаточно учитывает особенности защиты электрооборудования при различных условиях и не всегда гарантирует надежную защиту от грозовых и коммутационных перенапряжений.

В данной работе предлагается следующее устройство для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений в низковольтной электрической сети [3], которое частично решает вышеназванные вопросы.

Устройство содержит последовательно подключенные в линейные провода первую, вторую и третью ступени защиты; первая ступень содержит шесть попарно подключенных разрядников, шесть попарно подключенных предохранителей, три двухобмоточных трансформатора, причем каждый из разрядников одним выводом через соответствующий предохранитель подключен к соответствующему фазовому проводу, второй вывод каждого разрядника подключен раздельно для каждой фазы к началам обмоток соответствующего двухобмоточного трансформатора, концы обмоток указанных трансформаторов подключены к нулевому защитному проводнику, седьмой разрядник подключен между нулевым рабочим и защитным проводниками; между первой и второй ступенью подключены четыре разделительных импульсных дросселя; вторая ступень содержит три варистора, три предохранителя, три промежуточных трансформатора тока, три предохранителя с токоограничением, причем каждый из варисторов первым выводом через последовательно соединенный предохранитель и первичную обмотку соответствующего промежуточного трансформатора подключен к соответствующей фазе сети, а вторым выводом – к нулевому защитному проводнику, причем начало первичной обмотки каждого трансформатора подключено к соответствующему предохранителю, конец – к первому выводу соответствующего варистора, а предохранители с токоограничением подключены по одному в каждый фазный провод, причем вторичные обмотки промежуточных трансформаторов подключены с возможностью дополнительного нагрева плавких вставок предохранителей с токоограничением, четвертый варистор подключен между нулевыми рабочими и защитными проводниками; третья ступень содержит варистор,

подключенный первым выводом через предохранитель к фазе защищаемой сети, а вторым выводом – к нулевому рабочему проводнику, газонаполненный разрядник и конденсатор, подключенные между нулевыми рабочими и защитными проводниками; номиналы предохранителей, установленных в фазных проводах, равны номиналам предохранителей, установленных в цепях варисторов.

На рисунке 1 приведен общий вид устройства.

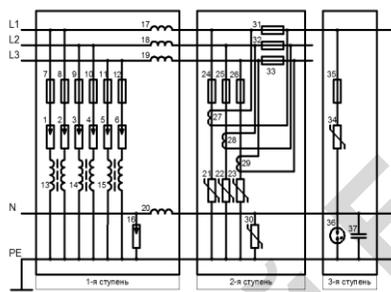


Рисунок 1. Устройство для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений в низковольтной электрической сети

1-6, 16 – разрядники; 7-12, 24-26, 31-33, 35 – предохранители;
13-15 – двухобмоточные трансформаторы; 17-20 – разделительные импульсные дроссели; 21-23, 30, 34 – варисторы; 27-29 – промежуточные трансформаторы; 36 – газонаполненного разрядника; 37 – конденсатор.

Результатом применения в первой ступени защиты дополнительных разрядников является снижение токовой нагрузки на каждый разрядник в отдельности, улучшение других защитных характеристик, гарантирование более приемлемых условий для работы следующих ступеней защиты. Применение двухобмоточных трансформаторов необходимо для гарантированного срабатывания обоих разрядников и равномерного распределения между ними токовой нагрузки.

Во второй ступени в целях защиты потребителя от повреждения в случае выхода из строя варисторов, последовательно с варисторами включены первичные обмотки промежуточных трансформаторов тока, вторичные обмотки, которых обеспечивают дополнительный нагрев установленных в фазные провода предохранителей с токоограничением.

Практика показывает, что в случае отключения варисторов от сети в независимости от того какой режим за этим последует (короткое замыкание при повреждении варисторов, или защищаемое электрооборудование будет подвергнуто воздействию перенапряжения при успешном отключении варисторов от сети), терморасцепители в автоматических выключателях установленных в линиях не успевают отреагировать в подобных ситуациях из-за тепловой инерционности конструкции и защищаемое электрооборудование окажется включенным на аварийный режим.

Для того, чтобы предотвратить повреждение защищаемого электрооборудования перед автоматическими выключателями дополнительно установлены предохранители с токоограничением, связанные через трансформатор тока с цепью защиты варистора. Основные преимущества предохранителей по сравнению с автоматическими выключателями заключаются в значительно меньшем времени срабатывания при одинаковых номиналах, предохранители имеют более высокую стойкость к импульсным токам значительных величин, соответственно являются более простыми и надежными по конструкции.

Номиналы предохранителей, установленных в фазных проводах должны быть равны номиналам предохранителей установленных в цепях защиты варисторов.

Координация предохранителей, установленных в цепи варистора и фазных проводах, обеспечивается посредством дополнительного нагрева плавкой вставки предохранителей, установленных в фазных проводах, вторичной обмоткой промежуточных трансформаторов тока, подключенных первичной обмоткой последовательно с варисторами.

Установка в третьей ступени конденсатора, позволяет устранить описанные выше недостатки третьей ступени прототипа, без применения дорогостоящих фильтров и дополнительных устройств, что особенно важно для третьей ступени защиты.

В итоге благодаря более четкой координации значений срабатывания ступеней защиты, возможности увеличения значений и равномерного распределения токовой нагрузки между разрядниками первой ступени защиты, гарантированного отключения электрооборудования от сети в случае повреждения варисторов, во второй ступени, снижения уровня потенциала в нулевом рабочем проводе достигается необходимый уровень надежности, эффективности и защищенности оборудования.

Данное устройство для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений в низковольтной электрической сети по сравнению со стандартной схемой включения обладает следующими преимуществами: увеличение пропускной способности по току первой ступени и улучшение, её защитных характеристик; более высокий уровень защищенности электрооборудования, обусловленный конструктивными особенностями второй ступени (исключение возможности повреждения защищаемого потребителя в случае повреждения аппаратов защиты второй ступени); способствует улучшению электромагнитной совместимости благодаря конструктивным особенностям третьей ступени.

В результате повышается надежность защиты за счет оптимизации её пороговых напряжений срабатывания для каждой ступени защиты, в зависимости от допустимых величин перенапряжений на подключаемому к сети электрооборудованию, отключения потребителя от сети в случае повреждения защитных устройств, распределению токовой нагрузки между разрядниками в первой ступени защиты.

Литература

1. ИЕС 62305-4-2010 «Защита от атмосферного электричества. Часть 4. Электрические и электронные системы внутри зданий и сооружений».
2. ИЕС 61643-11-2013 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний».
3. Патент на изобретение РБ №18620 «Устройство для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений в низковольтной электрической сети».

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ

Збродыга В.М., к.т.н., доцент, Зеленькевич А.И., ст. преподаватель,
Г.И. Янукович, к.т.н., профессор
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, РБ*